

Aus der Medizinischen Tierklinik
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Vorstand: Professor Dr. K. Ullrich

*Untersuchungen
zum Elektrokardiogramm des Hundes*

Extremitäten- und Brustwandableitungen
mit dem Siemens-Cardiostat

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medicinischen Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München



von Reinhard Weppler aus Neustadt bei Coburg

1958

Gedruckt mit Genehmigung
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Dekan: Prof. Dr. K. Zipf
Referent: Prof. Dr. K. Ullrich

Tag der Promotion: 25. 7. 1958

Meinen Eltern
in tiefer Dankbarkeit gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inhaltsangabe

	Seite
I. Einleitung	7
II. Literatur	9
III. Das System einer klinischen Elektrokardiographie für den Hund nach Brooymans	11
IV. Zur Technik der Ekg-Aufzeichnung	14
V. Ergebnisse der eigenen Untersuchungen	15
VI. Diskussion	24
VII. Zusammenfassung	28
VIII. Schrifttum	31

I. Einleitung

Die Elektrokardiographie findet mit der zunehmenden Verbesserung und gleichzeitigen Vereinfachung der technischen Apparaturen mehr und mehr Verbreitung auch in der Veterinärmedizin. Ist es doch bestechend, wie es mit einem relativ einfachen und leicht zu bedienenden Gerät gelingt, der klinischen Untersuchung nicht zugängliche Störungen des Herzens festzustellen und damit die Diagnose zu unterbauen. Allerdings sind der weiteren Entwicklung der Elektrokardiographie in der Tiermedizin gewisse Grenzen gesetzt, die einerseits auf der Frage der Wirtschaftlichkeit beruhen und andererseits in dem Fehlen einer international anerkannten Standardisierung der Ableitungen und der Nomenklatur beim Tiere bestehen. Beim Hund bedeutet der erste Punkt auch in der Praxis kein großes Hindernis, da hier ja in den meisten Fällen die medizinische Indikation entscheidet und nicht die wirtschaftliche.

In der Diagnostik der inneren Krankheiten wird dem Herz- und Kreislaufsystem im allgemeinen eine viel zu geringe Beachtung geschenkt; in der Praxis werden Herz- und Kreislauferkrankungen nicht einmal pharmakotherapeutisch auseinandergehalten, was zum Teil darauf beruht, daß die Diagnostik dieser Zustände gewisse Schwierigkeiten macht. Hier klarere Verhältnisse zu schaffen, ist der Zweck vorliegender Arbeit, die ich einer Anregung von Herrn Professor Dr. Ullrich verdanke.

II. Literatur

Einthoven (1906), der mit seiner Erfindung des Saitengalvanometers erst den Grundstein zur Aufzeichnung der Herzstromkurven legte, veröffentlichte bereits in seiner zweiten Arbeit über das Elektrokardiogramm als einer der ersten Aufzeichnungen über das Ekg des Hundes und verglich es mit dem des Menschen. Er gewann diese Kurven durch Verwendung von Wannenelektroden, wie sie derzeit auch beim Menschen gebraucht wurden. In ähnlicher Weise, nämlich durch Befestigung von mit Kochsalzlösung getränkten dicken Baumwolldochten an den geschorenen Extremitäten, leitete Kahn (1913) beim Hund die Herzstromkurven ab. In der Folgezeit wurden dann Versuche mit den verschiedensten Elektroden und Ableitungsstellen gemacht. So verwendete Nörr (1913), der sich in Deutschland besonders um die Einführung der Elektrokardiographie beim Pferd verdient gemacht hat, amalgamierte Zinkplatten zur Ableitung an Vorder- und Unterbrust und für die Extremitätenableitung Wannenelektroden. Haupt (1929) verwendete die von Lautenschläger (1928) eingeführten Nadelelektroden, die in die Haut eingestochen wurden, er gewann damit die Einthovenschen Extremitätenableitungen sowie die bipolaren Brustwandableitungen, die auch Nörr verwandte. Lannek (1951) gebrauchte bei seinen Untersuchungen am Hund die bipolaren Extremitätenableitungen I, II und III, eine Modifikation der Nörrschen Ableitung (Abl. IV) und drei semi-unipolare Ableitungen (CR-Abl.).

Zu Versuchszwecken verwandten verschiedene Autoren (u. a. Grollmann, Maclean, Muirhead und Scurry, 1952) beim Hund dieselben Ableitungsstellen wie beim Menschen.

Lepeschkin (1947) gibt in seinem Handbuch der Humanelektrokardiographie auch eine Zusammenfassung der Ergebnisse bei verschiedenen Tierarten. Er beklagt dabei, daß trotz des Vorliegens von zahlreichen elektrokardiographischen Untersuchungen beim Hund die systematischen Reihenuntersuchungen über das normale Hunde-Ekg fehlen. Scheunert-Trautmann (1951) unterscheiden in der Elektrokardiographie zwischen Mensch und Tier. Sie halten sich beim letzteren an die Nomenklatur von Kraus-Nicolai und an die von Nörr angegebenen bipolaren Brustwandableitungen. Marek-Mocsy (1956) verwenden schon die Nomenklatur nach Einthoven und geben als Ableitungen die bipolaren Extremitätenableitungen I, II und III an.

Auch in der Humanmedizin herrschte lange Zeit eine große Vielfalt sowohl der Apparate, als auch der Ableitungsarten. Das änderte sich erst mit *Wilson*, den man heute als den Begründer der modernen, wissenschaftlichen Elektrokardiographie feiert. Die ersten am Menschen gewonnenen Elektrokardiogramme waren Brustwandableitungen. *Waller* verwendete 1877 eine ventro-dorsale Ableitung und *Einthoven* führte die nach ihm benannten Standardableitungen von den Extremitäten ein. Alle diese und noch viele der folgenden Ableitungen waren „bipolar“, d. h. es werden zwei Elektroden entfernt vom Herzen angelegt und jede von ihnen liefert einen wesentlichen Beitrag zur Gestaltung des Elektrokardiogramms. Wenn man jedoch eine Elektrode herznah und eine andere herzfern anlegt, so kommen überwiegend die Potentialschwankungen unter der herznahen Elektrode zur Registrierung. Man bezeichnet deshalb diese Elektrode als „diferent“ und die Ableitungsart als „unipolar“. Von diesem Gedanken ausgehend schuf *Wilson* (1930) die nach ihm benannte Sammelelektrode (central terminal), die dadurch entsteht, daß die drei Extremitätenableitungen über hochohmige Widerstände zusammengeschlossen werden und so eine Annäherung an eine Nullelektrode entsteht. Von dieser Möglichkeit wurde aber in der Veterinärmedizin bisher kein Gebrauch gemacht, obwohl die *Wilson*sche Sammelelektrode heute in der Humanmedizin die vorherrschende Rolle spielt.

Erst *Brooymans* (1954) machte in neuerer Zeit Vorschläge, die zu einer Standardisierung sowohl der Nomenklatur, als auch der Ableitungsstellen in der veterinärmedizinischen Elektrokardiographie führen sollen und trotz Rücksichtnahme auf die andersgearteten anatomischen Verhältnisse bei den verschiedenen Haustierarten weitgehend mit den Regeln der *American Heart Association* übereinstimmen. *Brooymans* fiel bei seinem Überblick über die Literatur zum Elektrokardiogramm der Haustiere besonders auf, daß — gerade von deutschen Autoren — die bipolaren Brustwandableitungen besonders häufig angewandt werden, was in direktem Gegensatz zu den allgemein anerkannten Regeln der medizinischen Kardiologie steht. Bemerkenswert findet er ferner das fast völlige Fehlen der Anwendung der *Wilson*schen Sammelelektrode und am erstaunlichsten ist für ihn die Einführung der Nomenklatur nach *Kraus-Nicolaï* für die einzelnen Abschnitte der Ekg-Kurve durch *Nörr*.

Brooymans Vorschläge wurden bei der vorliegenden Arbeit besonders beachtet, um Ableitungen und Nomenklatur des Hunde-Ekg den internationalen Richtlinien anzupassen.

III. Das System einer klinischen Elektrokardiographie für den Hund nach Brooymans

a) Nomenklatur der Ableitungen:

Die Bezeichnung der einzelnen Ableitungsstellen richtet sich genau nach der international anerkannten Nomenklatur der medizinischen Elektrokardiographie. So werden für die Extremitäten zwei verschiedene Systeme von Ableitungen verwandt. Die drei Extremitäten werden dabei folgendermaßen bezeichnet: R — rechter Vorderfuß, L — linker Vorderfuß und F — linker Hinterfuß.

Die von Einthoven eingeführten bipolaren Extremitätenableitungen sind I (R—L), II (R—F) und III (L—F).

Alle unipolaren Ableitungen führen von der Ableitungsstelle am Patienten zum Wilson-Punkt (Wilson's central terminal) und werden mit V bezeichnet. Der Wilson-Punkt wird dadurch gewonnen, daß man die von den Vorderextremitäten und der linken Hinterextremität ausgehenden Leitungen unter Zwischenschaltung gleich großer, mindestens 5000 Ohm betragender Widerstände zu einer Sammelelektrode zusammenschließt. Da die ursprünglich auf diese Art gewonnenen unipolaren Extremitätenableitungen in ihren Kurven nur sehr niedrige Ausschläge aufwiesen, wurde nach Goldbergers Vorschlag jeweils die Extremität, von der unipolar abgeleitet werden sollte, abgeschaltet. Dadurch werden die Ausschläge verstärkt (augmented) und die entsprechenden Ableitungen deshalb aVR, aVL und aVF genannt.

Die unipolaren Ableitungen von der Brustwand werden einfach mit V bezeichnet und fortlaufend numeriert, wobei V_1 immer am Sternum liegt. Ableitungen, die von dem festgelegten Interkostalraum abweichen, werden zusätzlich durch die Bezeichnung des Interkostalraums, in dem sie liegen, ergänzt, also zum Beispiel V_{2C5-6} . Bei Ableitungen auf der rechten Seite des Brustkorbes setzt man vor die Positionsbezeichnung ein Minuszeichen, etwa V_{-3} . Ableitungen, die auf einer horizontalen Ebene in Höhe der Skapulohumeralgelenke genommen werden, werden durch die Buchstaben „ax“ (axillary) gekennzeichnet.

Die Nomenklatur der einzelnen Abschnitte des Elektrokardiogramms ist aus der Abbildung 1 ersichtlich.

Danach dauert das einzelne Ekg vom Beginn der P-Zacke bis zum Ende der T-Zacke. Man unterscheidet einen Vorhof- und einen Kammerteil des Ekg. Ersterer erstreckt sich vom Beginn der P-Zacke bis zum Beginn der Q-Zacke. Letzterer vom Beginn der Q-Zacke bis zum Ende der T-Zacke. Der Vorhofteil beginnt mit der P-Zacke, die der Zeit, die von der Erregung der

Vorhöfe beansprucht wird, entspricht. Ihr folgt die PQ-Strecke. Zusammen ergeben sie die Überleitungszeit, das ist die Zeit, die von der Überleitung der Erregung vom Vorhof zur Kammer gebraucht wird.

Der Kammerteil des Ekg wird in drei Abschnitte eingeteilt. Der erste wird durch die QRS-Gruppe gebildet, die vom Beginn der Q-Zacke bis zum Ende der S-Zacke dauert. Sie entspricht der Zeit, die für die Erregung der Kammer beansprucht wird. Die größte Zacke innerhalb der QRS-Gruppe wird auch als Hauptzacke bezeichnet. Bei der Analyse der einzelnen Zacken in dieser Gruppe stößt man häufig auf Schwierigkeiten, die man aber durch Beachtung des physiologischen Ablaufs des Ekg im allgemeinen vermeiden kann. Aus diesem Grund ist wohl auch die von Spörrer zitierte Terminologie nach Holzmänn, nach der die erste positive Zacke der QRS-Gruppe mit R, die vorhergehende negative mit Q und die ihr folgende negative mit S bezeichnet werden sollen, nur bedingt anzuwenden. Der zweite Abschnitt des Kammer-Ekg wird von der ST-Strecke gebildet. Diese reicht vom Ende der S-Zacke bis zum Beginn der T-Zacke und entspricht der Negativierung der Kammermuskulatur. Der dritte Abschnitt ist die T-Zacke, sie wird auch als Endzacke bezeichnet.

In Übereinstimmung mit Goldberger werden in dieser Arbeit die einzelnen Zacken der QRS-Gruppe abhängig von ihrer relativen Größe mit kleinen und großen Buchstaben bezeichnet.

b) Die Ableitungsstellen beim Hund:

Extremitätenableitungen:

Bipolar: I, II und III.

Unipolar: aVR, aVL und aVF.

Brustwandableitungen (Abb. 2):

Vertikale Ebene:

Mit Ausnahme von V_1 sind alle Standardableitungen im siebten Interkostalraum.

Abl. V_1 : am Sternum über dem 8. Sternokostalgelenk.

Abl. V_2 : in der Höhe des Kostochondralgelenks.

Abl. V_3 : in der Höhe des Skapulohumeralgelenks.

Abl. V_4 : an der Grenze von oberem und mittlerem Drittel einer vertikalen Linie, die den hinteren Rand des 8. Brustwirbel-dornfortsatzes mit dem Sternum verbindet.

Abl. V_{2C5-6} : auf derselben Höhe wie V_2 , aber im 5. Interkostalraum.

Abl. V_{3C5-6} : auf derselben Höhe wie V_3 , aber im 5. Interkostalraum.

Abl. V_{-2} , V_{-3} , V_{-4} usw. von entsprechenden Stellen wie V_2 , V_3 , V_4 usw., aber an der rechten Brustwand.

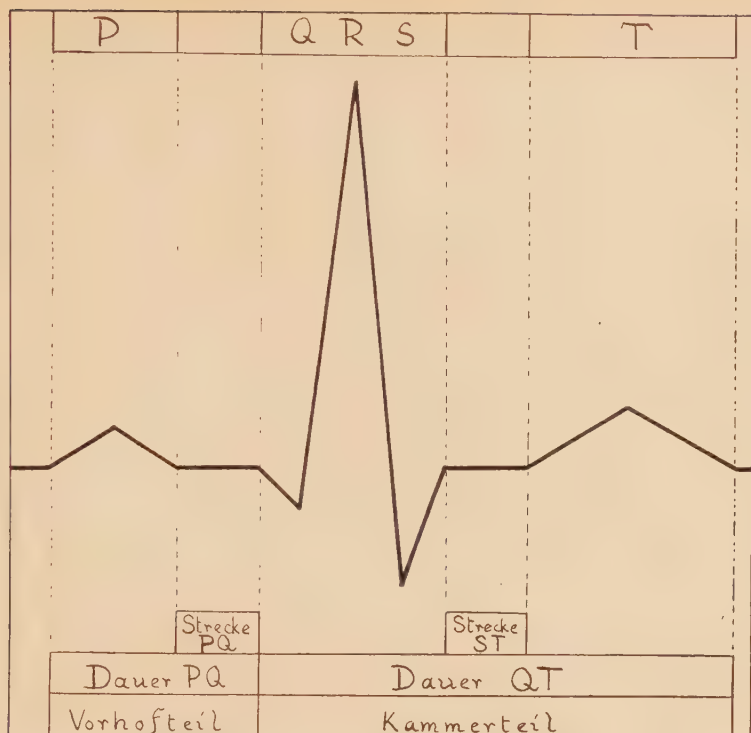


Abb. 1

Schema des normalen
Elektrokardiogram-
mes des Hundes.

QT Kammersystole

TQ Kammerdiastole

PQ Überleitung

ST entspricht der
Negativierung
der Kammer-
muskulatur

RR Herzperiode
(-frequenz)

Abb. 2

Die Ableitungsstellen
an der Brustwand an
einem Sagittalschnitt
des Hundes (nach
Brooymans,
etwas geändert).

a = V_1

b = V_2

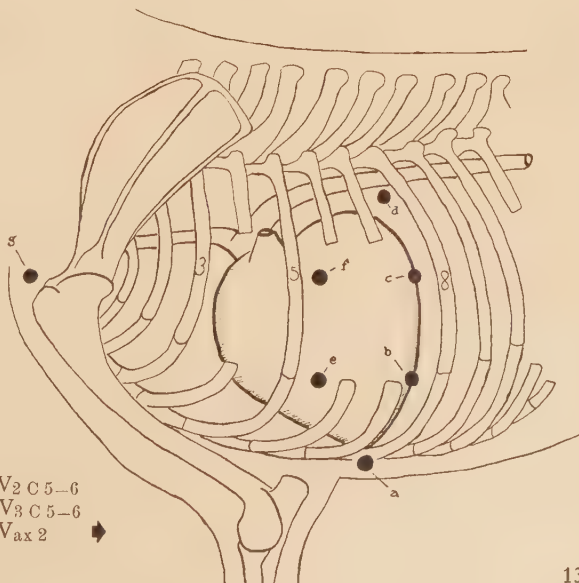
c = V_3

d = V_4

e = $V_2 C 5-6$

f = $V_3 C 5-6$

g = $V_{ax 2}$



Horizontale Ebene:

Alle Standardableitungen liegen auf einer horizontalen Linie durch die Skapulohumeralgelenke.

Abl. V_{ax-1} : in der Mitte zwischen linkem und rechtem Schultergelenk.

Abl. V_{ax-2} : auf der vorderen Fläche des linken Schultergelenks.

Abl. V_{ax-2} : auf der vorderen Fläche des rechten Schultergelenks.

IV. Zur Technik der Ekg-Aufzeichnung

Im vorliegenden Fall wurde ein *Siemens-Cardiostat* benutzt. Dieses Gerät ist ein Einkurven-Direktschreiber mit Netzanschluß, der ein Drehankersystem mit Vibrationszeiger besitzt. Er liefert vollkommen selbsttätig das fertig geschriebene Ekg, so daß dieses während der Aufnahme laufend verfolgt werden kann. Gerade in der Veterinärmedizin ist das von unschätzbarem Vorteil, da die Patienten sich ja, im Gegensatz zum Menschen, nicht auf Befehl ruhig verhalten. Wenn es also zur Entstellung des Ekg durch auch nur geringgradige Bewegungen der Körpermuskulatur kommt, kann man sofort unterbrechen, um nach Beruhigung des Patienten fortzufahren. Die Geschwindigkeit des Registrierpapiers kann auf 25 mm/sec, was zur Übersicht auch bei hohen Herzfrequenzen vollkommen ausreicht, und auf 50 mm/sec zur genauen Auswertung der Kurve, geschaltet werden. Von Vorteil ist auch die „Universal-Tastatur“, deren acht Drucktasten eine schnelle Schaltung aller überhaupt möglichen elektrokardiographischen Ableitungen gewährt.

Das Patientenkabel ist mit verschiedenfarbigen Bananensteckern versehen, wobei rot (R) rechts vorne, gelb (L) links vorne, grün (F) links hinten, schwarz rechts hinten und weiß (C-chest) Brustwand bedeutet.

Als Elektroden wurden für die Extremitäten die normalen, dem Gerät beigegebenen und auch in der Humanmedizin gebräuchlichen plattenförmigen, versilberten Abnahmeelektroden verwendet, während an der Brustwand die vorgeschriebene kreisrunde Elektrode mit einem Durchmesser von 2—3 cm angewendet wurde. Die von *Broymans* erwähnten Klammerelektroden nach *van Zijl* waren hier nicht bekannt. Die Elektroden wurden mit perforierten Gummibändern an der Außenseite der Unterarm- und Unterschenkelmuskulatur, bzw. an der Brustwand befestigt. Vorher wurden die betreffenden Stellen gut angefeuchtet, wobei es sich bei langhaarigen Tieren und Hunden mit sehr dichter Unterwolle empfiehlt über der Ableitungsstelle das Haar zu scheiteln. Dann wurden die mit nassem „Contacta-Elektrodenpapier“ unterlegten Elektroden auf diesen Stellen befestigt. Dabei soll die Spannung der Gummibänder zwar fest, aber nicht schmerzhaft sein, um einerseits einen

guten Kontakt zu ermöglichen, andererseits aber jede Beunruhigung des Tieres zu vermeiden. Auf die beschriebene Weise gelang es in jedem Fall einwandfreie Ekg zu erhalten, ohne daß ein Ausscheren der Ableitungselektroden nötig gewesen wäre.

Wenn es möglich war, wurden sämtliche Ableitungen am stehenden Hund abgenommen, doch sind die Extremitätenableitungen und die Brustwandableitungen in der horizontalen Ebene oftmals durch Muskelzittern derartig entstellt, daß eine Beurteilung oder Auswertung des Ekg nahezu unmöglich ist, bei den anderen Brustwandableitungen trat das in keinem Fall auf. Um diese Störungen zu vermeiden, wurden die Tiere auf die rechte Seite gelegt, wie es auch schon L a n n e k angegeben hat. B r o o y m a n s weist ferner darauf hin, daß die Lage des Körpers wenig Einfluß auf die QRS-Achse zu haben scheint. Auch eine Stellung des Hundes bei der dieser auf dem Sternum liegt, hat sich bewährt, insbesondere bei sehr ängstlichen Hunden, die sich einfach weigern sich zu stellen. Der letztgenannte Autor empfiehlt diese Stellung auch bei Tieren, die zu schwach sind, um zu stehen.

Die hier besprochenen Ekg wurden sämtlich auf einem einfachen Untersuchungstisch gemacht, der mit einer isolierenden Kunststoffauflage versehen war. Auch hat die Verbringung des Hundes auf den Tisch an sich schon einen Effekt, der das Tier den Anordnungen der haltenden Person wesentlich zugänglicher macht, als wenn das Ekg etwa am Boden abgenommen würde.

V. Ergebnisse der eigenen Untersuchungen

Um an Hand einer Anzahl von Ekg von Hunden und auf Grund des B r o o y m a n s schen Systems zu Durchschnittswerten in bezug auf die Dauer der einzelnen Ekg-Abschnitte und zu den Grundformen der in den einzelnen Ableitungen auftretenden Kurven zu kommen, wurden von 60 Hunden aller Größenklassen jeweils alle zwanzig Ableitungen abgenommen und ausgewertet. Die Tiere wurden zuvor einer klinischen Untersuchung unterzogen, um Fälle mit Erkrankungen des Herzens möglichst von vornherein auszuschließen, soweit das mit dieser Methode möglich ist, da es ja darauf ankam, normale Ergebnisse zu gewinnen.

Das Alter der Hunde bewegte sich von acht Monaten bis zu dreizehn Jahren, geschlechtsmäßig teilten sie sich in 39 Rüden und 21 Hündinnen auf. Die Ergebnisse wurden zunächst in Gruppen eingeteilt, die die kleinen, mittelgroßen und großen Hunderassen zusammenfaßten. Dabei wurden aber keine auffälligen Unterschiede festgestellt, so daß im folgenden alle 60 Ekg gemeinsam besprochen werden können.

Herzfrequ. pro Min.	P	QRS	T	PQ	QT	ST
	Dauer in Sekunden					
120	0,06	0,09	0,10	0,10	0,23	0,04
(75 - 200)	(0,04-0,08)	(0,06-0,12)	(0,06-0,16)	(0,06-0,16)	(0,18-0,30)	(0,02-0,08)

Abb. 3 Tabelle der Durchschnittswerte. Die in Klammern gesetzten Zahlen entsprechen der Variationsbreite.



Abb. 4 Die im Untersuchungsmaterial aufgetretenen verschiedenen Formen der einzelnen Abschnitte im Ekg des Hundes.

Die Formen der Strecken PQ und ST erschienen allerdings nicht nur im Bereich der Isoelektrischen, sondern lagen zum Teil auch beträchtlich darüber oder darunter.

Die für die Beurteilung eines Ekg notwendige Bestimmung von P, QRS, T, PQ, QT und ST in Sekunden wurde mit Hilfe des „Siemens-Cardiometer“ vorgenommen. Ferner wurde die Herzfrequenz bestimmt, die nach Dettweiler beim Hund, als einem Tier mit relativ hoher Herzfrequenz nicht mit der Pulsfrequenz gleichgesetzt werden kann, da es bei hohen Herzfrequenzen zum einem „Pulsdefizit“ kommt. Berechnet wurde auch die Ausschlagsgröße von R in mV, hierzu ist allerdings in jeder Ableitung eine Eichzacke unerlässlich. Bauke hält es sogar für einen Kunstfehler, wenn diese fehlt. In den Fällen, in denen R fehlte, wurde der größte Ausschlag der QRS-Gruppe gemessen, was meistens die S-Zacke war, doch wird darauf in der Besprechung der einzelnen Ableitungen gesondert hingewiesen. Bei den gesamten Berechnungen hat sich das „Siemens-Cardiometer“ sehr bewährt, das eine einfache und schnelle Auswertung der Ekg ermöglicht.

Die in der Abbildung 3 in einer Tabelle zusammengefaßten Durchschnittswerte wurden aus der Ableitung (Abl.) II gewonnen.

Bipolare Extremitätenableitungen:

In der Abl. I (Abb. 5a) war P in allen Fällen positiv. Die QRS-Gruppe trat in 96,6 % in der Form qR und in 3,3 % als rS-Form in Erscheinung. T war in 35 % positiv, in 50 % negativ und in 15 % biphasisch. Die Strecke PQ verlief in 10 % der Fälle nicht auf der Isoelektrischen, sondern schräg von P nach Q abfallend, in 1,6 % war sie als konkave Mulde ausgebildet (Abb. 4). Die Strecke ST fiel in 16,6 % schräg nach T ab, in jeweils 5 % stieg sie schräg nach T an bzw. war sie in der Form einer konkaven Mulde. Der Ausschlag von R betrug im Mittel 0,4 mV (kleinster Wert 0,1, größter Wert 1,6).

Auch in der Abl. II (Abb. 5a) war P in allen Fällen positiv. Bei der QRS-Gruppe überwog die Form qR, in 18,3 % trat sie als qRs auf. T war in 50 % positiv, in 36,6 % negativ und in 13,3 % biphasisch. Die Strecke PQ war in 21,6 % schräg abfallend und in 5 % als konkave Mulde ausgebildet. Die Strecke ST fiel in 16,6 % schräg nach T ab, stieg in 15 % schräg nach T an und war in 6,6 % konkav muldenförmig.

Der Ausschlag von R betrug im Durchschnitt 1,2 mV (0,3—2,5).

In der Abl. III (Abb. 5a) war P in 91,6 % positiv und in 8,3 % negativ. Bei der Kammeranfangsschwankung trat wieder hauptsächlich die Form qR auf, in 31,6 % wurde sie durch die Form qRs bzw. qRS ersetzt.

Die Strecke PQ war in 28,3 % der Fälle schräg abfallend, in 11,6 % war sie in konkaver Muldenform. Die Strecke ST fiel in 5 % nach T ab, in 13,3 % stieg sie nach T an, in 6,6 % war sie als konkave und in 10 % als konvexe Muldenform ausgebildet. Der Durchschnittswert von R war 0,9 mV (0,1—1,8).

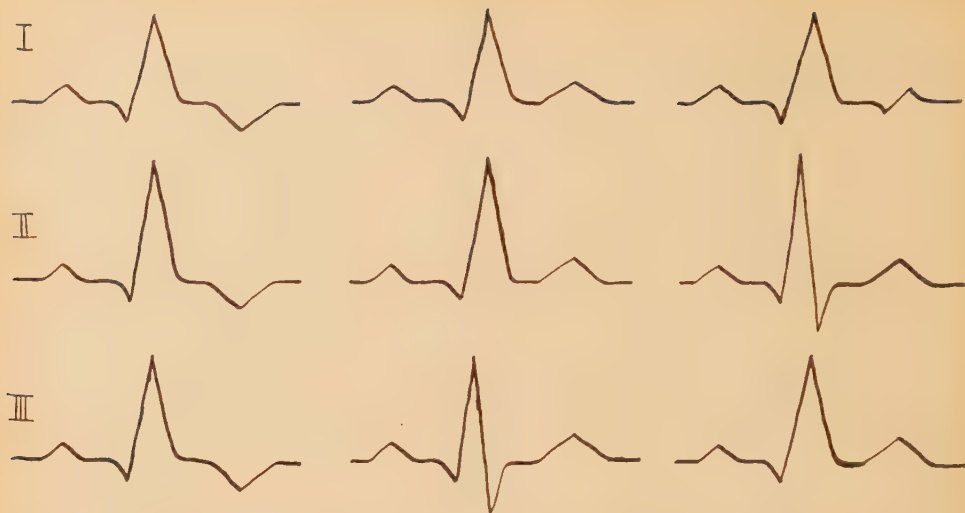


Abb. 5a Grundformen der Ableitungen I, II, III in der Reihenfolge der Häufigkeit ihres Auftretens. Die Abweichungen der Strecken PQ und ST von der Isoelektrischen wurden hier nicht berücksichtigt, auf sie wird bei der Besprechung der einzelnen Ableitungen näher eingegangen (siehe auch Abb. 4), das gleiche gilt auch für die Abbildungen 5 b–g.

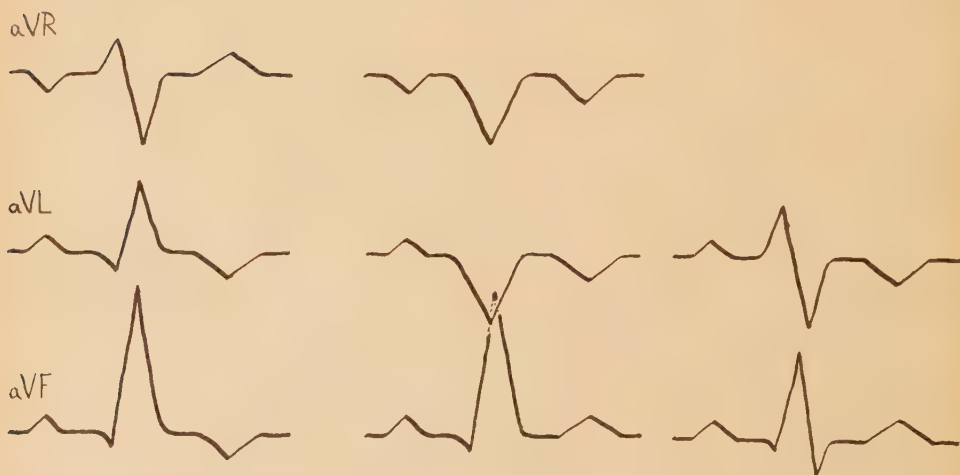


Abb. 5b Grundformen der Ableitungen aVR, aVL und aVF.

Unipolare Extremitätenableitungen:

In der Abl. aVR (Abb. 5b) war P zu 100 % negativ. Die QRS-Gruppe hatte in 62,5 % das Aussehen rS, in 35,7 % entsprach sie dem Bild von QS. Die T-Zacke war in 50 % negativ, in 41 % positiv und in 8,9 % biphasisch. Die Strecke PQ stieg in 26,7 % nach R an. Die Strecke ST war in 7,1 % abfallend, in 17,8 % ansteigend, 5,3 % bildeten eine konkave und 19,6 % eine konvexe Mulde. R ergab im Durchschnitt einen Ausschlag von 0,3 mV (0,2—0,4).

In den Fällen, in denen R fehlte, wurde der Ausschlag von S gemessen. In der Abl. aVR ergab S einen Durchschnitt von 0,6 mV (0,1—1,7). Natürlich besteht keine Vergleichsmöglichkeit der Ausschläge von R und S.

Die Abl. aVL (Abb. 5b) ergab ein sehr abwechslungsreiches Bild. So war P in 64,2 % der Fälle positiv und in 35,7 % negativ. Die QRS-Gruppe war in 50 % in der Form qR oder QR, in 30,3 % als QS und in 8,9 % als rS ausgebildet, der Rest verteilte sich auf verschiedene davon abweichende Formen. Der Ausschlag von T war in 60,7 % negativ, in 30,3 % positiv, in 3,5 % biphasisch und in zwei Fällen fehlte T vollständig. Die Strecke PQ verhielt sich in 7,1 % ansteigend und in 5,3 % absteigend zur Isoelektrischen. Die Strecke ST wies 12,5 % absteigende Formen, 10,7 % konkave und 8,9 % konvexe Muldenformen auf.

R betrug im Durchschnitt 0,4 mV (0,1—0,8), während S auf 0,3 mV (0,1—0,8) kam.

In der Abl. aVF (Abb. 5b) war P wieder zu 100 % positiv. In der Gruppe QRS herrschte die Form qR mit 76,7 % vor, gefolgt von der Form qRS mit 19,6 %, der Rest verteilte sich auf verschiedene andere Ausbildungen. Die T-Zacke war zu 57,1 % positiv, zu 34 % negativ und zu 8,9 % biphasisch. Die Strecke PQ war in 19,6 % absteigend und in 12,5 % als konkave Mulde ausgebildet. Die Strecke ST hatte 10,7 % absteigende, 21,5 % ansteigende, 16 % konkav und 5,3 % konvex muldenförmige Anteile.

Der Durchschnitt von R betrug 1,0 mV (0,1—2,1).

Unipolare Brustwandableitungen:

Die Ableitungen V_1 und V_2 (Abb. 5c) stimmten weitgehend miteinander überein. So war P in beiden Fällen zu 96,6 % positiv und der Rest negativ. Das Bild der QSR-Gruppe wurde von der Form qR beherrscht, während 46,6 % als qRS oder auch RS ausgebildet waren. T war in 75 % positiv, in 16,6 % negativ und in 8,3 % biphasisch. Die Strecke PQ war in 63,3 % schräg nach Q abfallend und in 8,3 % eine konkave Mulde. Die Strecke ST war in 1,6 % der Fälle schräg nach T abfallend, in 38,3 % stieg sie an, sie war in 16,6 % als konkave und in 6,6 % als konvexe Mulde ausgebildet.

Der durchschnittliche Ausschlag von R betrug in Abl. V_1 1,2 mV (0,2—2,8) und in Abl. V_2 1,1 mV (0,2—2,3).

In der Abl. V_3 (Abb. 5c) gilt für die P- und T-Zacke das gleiche, wie für die beiden ersten Brustwandableitungen. Auch in der QRS-Gruppe herrschte die Form qR vor, während 31,6 % als qRS in Erscheinung traten. Die Strecke PQ war in 48,3 % abfallend und in 6,6 % konkav muldenförmig. Die Strecke ST verlief in 1,6 % absteigend, in 21,6 % ansteigend und in ebenfalls 21,6 % konkav muldenförmig.

Der Ausschlag von R ergab im Durchschnitt 0,9 mV (0,2—2,3).

Die Abl. V_4 (Abb. 5c) wies in 96,6 % ein positives P auf, der Rest war negativ. In der QRS-Gruppe trat hauptsächlich wieder die Form qR auf, in 21,6 % war die Form qRS und in 13,3 % die Form QR vertreten. Der Ausschlag von T war in 66,6 % positiv, in 25 % negativ und in 8,3 % biphasisch. Die Strecke PQ verlief in 26,6 % schräg absteigend und in 1,6 % in konkaver Muldenform. Die Strecke ST fiel in 8,3 % der Fälle ab, stieg in 11,6 % an. Sie bot in 8,3 % das Bild einer konkaven und in 5 % das einer konvexen Mulde.

Der Durchschnitt von R lag bei 0,7 mV (0,2—2,2).

Die Abl. V_2 C 5—6 (Abb. 5d) zeigte P mit 96,6 % positiven Ausschlägen unverändert gegen die vorherigen Ableitungen. Auch in der Kammeranfangsschwankung herrschte weiterhin qR vor, gefolgt von 28,3 % der Form qRS und 6,6 % QR. Die T-Zacke wies 61,6 % positive, 26,6 % negative, 10 % biphasische Ausschläge auf, die in 1,6 % gänzlich fehlten. Die Strecke PQ war in 48,3 % schräg abfallend und in 5 % konkav muldenförmig. Die Strecke ST stieg in 23,3 % der Fälle schräg an, sie war in 16,6 % konkav und in 3,3 % konvex muldenförmig.

R hatte einen durchschnittlichen Ausschlag von 0,7 mV (0,1—1,9).

In der Abl. V_3 C 5—6 (Abb. 5d) war P unverändert gegen vorher. Die QRS-Gruppe bestand vorwiegend aus der Form qR oder auch nur R, danach folgten mit 15 % qRS und mit 11,6 % QR. Der Ausschlag von T war zu 55 % positiv, zu 35 % negativ und zu 8,3 % biphasisch, der Rest fehlte. Die Strecke PQ fiel in 35 % der Fälle schräg nach Q ab und war in 6,6 % als konkave Mulde ausgebildet. Die Strecke ST bot in 10 % ein abfallendes, in 21,6 % ein ansteigendes, in 20 % ein konkav und in 5 % ein konvex muldenförmiges Bild.

Der Durchschnitt von R lag bei 0,6 mV (0,1—2,0).

In der Abl. V_{-2} (Abb. 5e) war P zu 76,6 % positiv, zu 20 % negativ und fehlte in 3,3 % der Fälle. Die QRS-Gruppe bestand in 45 % aus der Form qRS, in 10 % aus RS und der Rest aus qR. Die T-Zacke war zu 68,3 %

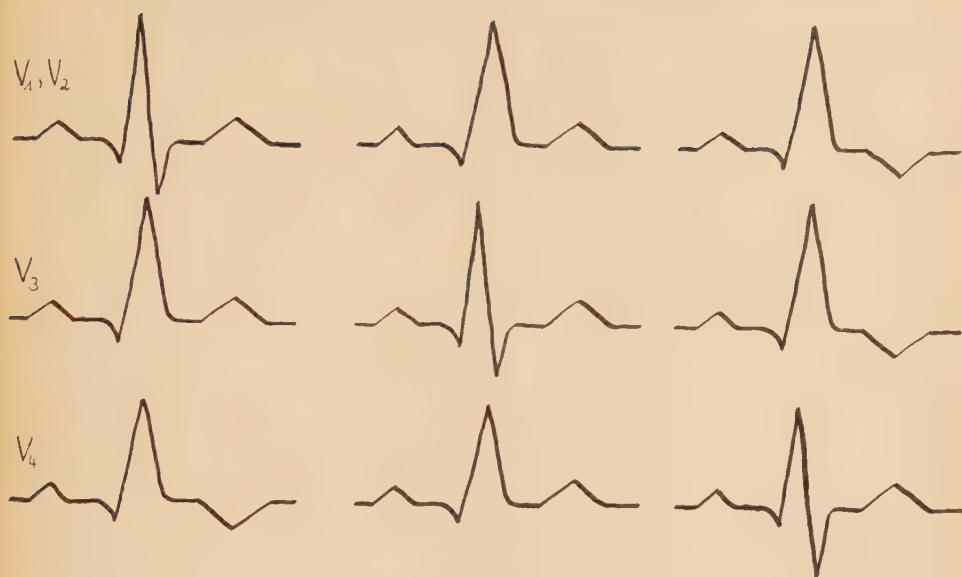


Abb. 5c Grundformen der Ableitungen V_1-4



Abb. 5d Grundformen der Ableitungen $V_2 C 5-6$ und $V_3 C 5-6$.

positiv, zu 23,3 % negativ, zu 5 % biphasisch und fehlte zu 3,3 %. Die Strecke PQ war zu 38,3 % absteigend und in 6,6 % eine konkave Mulde. Die Strecke ST verlief in 1,6 % der Fälle absteigend, in 35 % ansteigend, in 11,6 % war sie konkav und in 6,6 % konvex muldenförmig.

R betrug durchschnittlich 0,6 mV (0,1—1,6).

In der Abl. V₁ (Abb. 5e) wies P 58,3 % positive, 28,3 % negative und 13,3 % biphasische Ausschläge auf. In der QRS-Gruppe trat in 28,3 % die Form qRS, in 18,3 % RS und bei dem Rest die Form qR oder R in Erscheinung, 75 % der T-Zacken waren positiv, 18,3 % negativ, 5 % biphasisch und 1,6 % fehlten. Bei der Strecke PQ waren 30 % schräg nach Q abfallend und 6,6 % eine konkave Mulde. 3,3 % der Strecke ST boten ein abfallendes, 36,6 % ein ansteigendes, je 10 % ein konkav bzw. konvex muldenförmiges Bild.

Der Durchschnitt von R lag bei 0,6 mV (0,1—1,6).

In der Abl. V₄ (Abb. 5e) war P zu 53,3 % positiv, zu 43,3 % negativ und fehlte zu 3,3 %. Die QRS-Gruppe bestand zu 36,6 % aus der Form qRS, zu 15 % aus RS und der Rest aus qR oder nur R. T war in 61,1 % positiv, in 30 % negativ, in 3,3 % biphasisch und fehlte in 5 %. Die Strecke PQ verlief in 18,3 % der Fälle absteigend und in 3,3 % als konkave Mulde. Die Strecke ST hatte 3,3 % schräg abfallende, 15 % schräg ansteigende, 11,6 % konkav und 5 % konvex muldenförmige Anteile.

Der durchschnittliche Ausschlag von R betrug 0,5 mV (0,1—1,9).

Die Abl. V₂ (Abb. 5f) hatte eine P-Zacke, die zu 41,6 % positiv, zu 50 % negativ war und in 8,3 % der Fälle fehlte. In der QRS-Gruppe entfielen 55 % auf die Form qRS oder RS, 30 % auf qR oder R, 11,6 % auf QS und der Rest verteilte sich auf verschiedene andere Formen. T war in 60 % positiv, in 26,6 % negativ, in 5 % biphasisch und fehlte in 8,3 %. Die Strecke PQ war bei 16,6 % der Ekg schräg nach Q abfallend und in 5 % eine konkave Mulde. Die Strecke ST hatte in 1,6 % der Fälle einen abfallenden, in 26,6 % einen ansteigenden, in 5 % einen konkav und in 11,6 % einen konvex muldenförmigen Verlauf.

Im Durchschnitt ergab R einen Wert von 0,4 mV (0,1—1,2). Wo R fehlte wies S einen Mittelwert von 0,2 mV (0,2—0,3) auf.

In der Abl. V₃ (Abb. 5f) war P in 23,3 % der Fälle positiv, in 61,6 % negativ und fehlte in 15 % überhaupt. Die QRS-Gruppe wies in 71,6 % die Form qRS oder auch RS, in 23,3 % die Form QS auf. Der Rest bestand hauptsächlich aus qR, aber auch einigen anderen Formen. Positiv war die T-Zacke in 58,3 %, negativ in 23,3 %, in 6,6 % war sie biphasisch und in 11,6 % fehlte sie. Die Strecke PQ verlief zu 8,3 % absteigend, zu

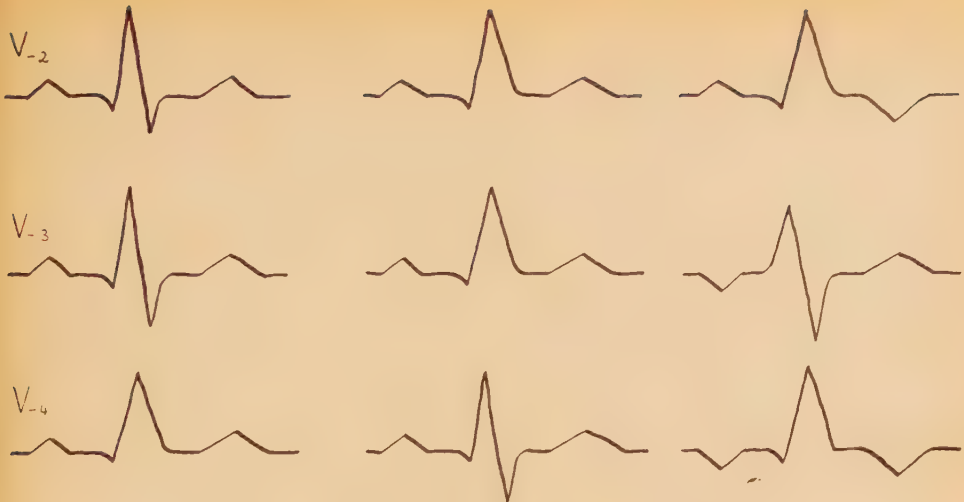


Abb. 5e Grundformen der Ableitungen V_{-2} , V_{-3} , V_{-4} .

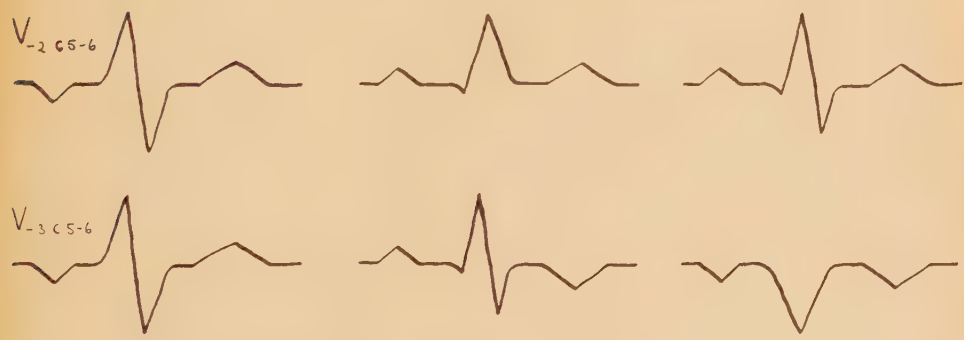


Abb. 5f Grundformen der Ableitungen $V_{-2} C5-6$ und $V_{-3} C5-6$.



Abb. 5g Grundformen der Ableitungen V_{ax1} , V_{ax2} , V_{ax-2} .

1,6 % als konkave und zu 8,3 % als konvexe Mulde. Die Strecke ST hatte 6,6 % absteigende, 20 % ansteigende, 6,6 % konkav und 8,3 % konvex muldenförmige Anteile.

R betrug im Mittel 0,3 mV (0,1—1,0). Der Durchschnitt von S war ebenfalls 0,3 mV (0,2—0,4).

In der Abl. V_{ax1} (Abb. 5g) überwog bei P mit 75 % der negative Ausschlag, bei 16,6 % war er positiv und er fehlte bei 8,3 %. In der QRS-Gruppe herrschte die Form QS mit 46,6 % vor. Sie wurde gefolgt von der Form qRS oder RS mit 28,3 % und von qR oder R mit 23,3 %. T war zu 45 % positiv, zu 43,3 % negativ, zu 1,6 % biphasisch und fehlte in 10 % der Fälle. Die Strecke PQ fiel in 3,3 % schräg nach Q ab und bildete in 16,6 % eine konvexe Mulde. Die Strecke ST verlief zu 6,6 % abfallend, zu 13,3 % ansteigend, sie war in 10 % konkav und in 5 % konvex muldenförmig.

R ergab einen Durchschnitt von 0,3 mV (0,1—0,7) und bei S lag er bei 0,4 mV (0,1—1,0).

Auch in der Abl. V_{ax2} (Abb. 5g) war bei P der negative Ausschlag mit 66,6 % am häufigsten, in 15 % war er positiv und in 18,3 % fehlte er völlig. In der Gruppe QRS fielen 53,3 % auf die Form QS, 18,3 % auf RS oder rS und 28,3 % auf die Form qR oder QR. T war in 38,3 % der Fälle positiv, in 41,6 % negativ, in 6,6 % biphasisch und fehlte in 13,3 %. Die Strecke PQ verlief in 13,3 % als konvexe Mulde. Die Strecke ST war in 10 % der Fälle abfallend, in 8,3 % ansteigend, sie bildete in jeweils 3,3 % entweder eine konkave oder eine konvexe Mulde.

Der Durchschnitt von R betrug 0,4 mV (0,2—0,9) und der von S 0,3 mV (0,1—1,0).

In der Abl. V_{ax-2} (Abb. 5g) war P in 11,6 % der Fälle positiv, in 68,3 % negativ und fehlte in 20 %. Mit 51,6 % entfielen in der QRS-Gruppe über die Hälfte auf die Form QS, 23,3 % boten das Bild qR und 21,6 % das der Form rS, der Rest bestand aus verschiedenen anderen Formen. T war zu je 43,3 % positiv bzw. negativ und fehlte in 13,3 %. Die Strecke PQ war in 6,6 % der Fälle als konvexe Mulde ausgebildet. Die Strecke ST verlief zu 10 % absteigend, zu 8,3 % ansteigend, zu 5 % konkav und zu 15 % konvex muldenförmig.

Der Durchschnitt sowohl von R (0,1—0,5) als auch der von S (0,1—1,0) lag bei 0,3 mV.

VI. Diskussion

Unterzieht man die im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Ergebnisse einer kritischen Untersuchung, wobei zu beachten ist, daß man natürlich im Fall des einzelnen Patienten sowohl jede Ableitung für sich, als auch die

Gesamtheit der Ableitungen zu beurteilen hat, dann fällt zunächst einmal auf, wie sehr die Formen der Kurven von Ableitung zu Ableitung variieren. Um einen Überblick zu gewinnen, kann man die einzelnen Ableitungen in bestimmte Gruppen zusammenfassen. So ergibt sich bei den heute wohl am häufigsten benutzten Standardableitungen I, II und III, daß der Ausschlag von P immer positiv ist und nur in Abl. III gelegentlich auch negativ sein kann. Die QRS-Gruppe besteht hauptsächlich aus der Form qR, zu der in den Abl. II und III bis zu einem Drittel der Fälle die Form qRS hinzukommt. Dabei ist der Ausschlag von R in der diagonalen Ableitung fast immer am größten. Die positiven und negativen Ausschläge von T halten sich etwa die Waage. Ein ganz anderes Bild bieten dagegen die unipolaren Extremitätenableitungen aVR, aVL und aVF. Hier überwiegt in der Abl. aVR in allen Abschnitten der negative Ausschlag, er ist in der Ableitung aVF durchweg positiv und außerordentlich wechselnd in der Abl. aVL. Bei den unipolaren Brustwandableitungen kann man zunächst die Abl. V_1 — V_4 zu einer Gruppe zusammenfassen. Im Einzelfall sind die Kurvenbilder einander gleich, wobei mit zunehmender Entfernung der differentiellen Elektrode von der Herzspitze die Amplitudengröße von R abnimmt, gleichzeitig erhöht sich, besonders bei der T-Zacke, die Neigung, die Ausschlagsrichtung zu wechseln. Diese ist in allen Abschnitten der vier Ableitungen vorwiegend positiv. Das Gleiche gilt auch für die beiden an der linken Brustwand im fünften Interkostalraum abzunehmenden Ableitungen. Bei den Ableitungen der rechten Brustwand, und zwar sowohl im siebenten als auch im fünften Interkostalraum steigt bei P und bei T der Anteil der negativen Ausschläge zunehmend an. Zum Teil fehlen sie auch überhaupt. In der QRS-Gruppe verringert sich die Ausschlagshöhe von R in demselben Maße, wie die S-Zacke mehr und mehr in den Vordergrund tritt. Die Vorherrschaft der negativen Ausschläge ist dann schließlich in den Abl. $V_{ax\ 1}$, $V_{ax\ 2}$ und $V_{ax\ -2}$ am deutlichsten ausgeprägt. In über der Hälfte der Fälle ist P und rund zur Hälfte ist T negativ. Auch in der QRS-Gruppe überwiegt eine reine S-Zacke mit rund 50 %.

Somit besteht also bei den Brustwandableitungen ein enger Zusammenhang zwischen der Richtung des Ausschlages in den einzelnen Ekg-Abschnitten einerseits, und der Placierung der differentiellen Elektrode in ihrer Entfernung zur Herzspitze andererseits.

Auf den ersten Blick sehr überraschend ist die große Anzahl der Abweichungen der Strecken PQ und ST von der Isoelektrischen. Beträgt sie doch im Fall der PQ-Strecke im Gesamtdurchschnitt aller Ableitungen rund 26 %, wobei die Prozentzahlen in einzelnen Abteilungen (Abl. $V_1 = 71$ %) noch bedeutend höher liegen, und bei der ST-Strecke rund 41 % (Höchstwert 60 %). Ein Vergleich mit entsprechenden Bildern der Humanmedizin läßt zunächst einmal, besonders bei der Strecke ST, an Myokard-

schädigungen oder sogar Koronarinsuffizienzen der Hauptkammern denken, so wie man in Analogie dazu bei Veränderungen der PQ-Strecke an entsprechende Prozesse in der Vorhofmuskulatur denken könnte. Diese Erklärung erscheint jedoch unwahrscheinlich, wenn man den hohen Prozentsatz der Abweichungen berücksichtigt und dazu noch feststellt, daß sie vielfach auch schon bei Hunden unter einem Jahr auftreten. Die Begründung dürfte also höchstwahrscheinlich anderswo zu suchen sein. Aber auch hier kommt uns das reichhaltige Untersuchungsmaterial der Humanmedizin zu Hilfe. Es ergibt nämlich, daß der Einfluß des vegetativen Nervensystems je nach Überwiegen des sympathischen oder parasympathischen Anteils das Bild des Ekg entscheidend beeinflusst. So zeigen die Ekg-Formen des menschlichen Vagotonikers oftmals eine weitgehende Übereinstimmung mit Formen beim Hund, die durch ihre von der Isoelektrischen abweichenden Strecken PQ und ST gekennzeichnet sind. Berücksichtigt man dazu noch, daß der Hund an sich ein Vagotoniker ist, so erklärt das zweifellos eine ganze Reihe der auftretenden Abweichungen dieser Strecken. Dazu kommt noch folgende Tatsache: der Hund hat ja im Durchschnitt eine höhere Herzfrequenz als der Mensch. Vergleicht man nun Ekg-Kurven, die von Menschen mit pathologischer Frequenzsteigerung abgenommen wurden mit den Ekg bei normaler Herztätigkeit des Hundes, so ergeben sich auch hier, insbesondere im Bereich der von der Isoelektrischen abweichenden ST-Strecke, bemerkenswerte Übereinstimmungen. Sie lassen den Schluß zu, daß mit steigender Herzfrequenz auch die Neigung der erwähnten Strecken steigt, von der Isoelektrischen abzuweichen. Man kann auch mit dieser Tatsache sicher eine Reihe der auftretenden Veränderungen erklären, ohne diese sofort mit pathologischen Prozessen gleichzusetzen. Dazu kommt noch, daß, ähnlich wie bei den Brustwandableitungen mit steigender Entfernung der differentiellen Elektrode von der Herzspitze die Ausschläge des Ekg zunehmend von positiv nach negativ übergehen, im gleichen Maße die Veränderungen der Strecken PQ und ST mit zunehmender Entfernung verflachen. In den am weitesten von der Herzspitze abliegenden Ableitungen treten sie dann zum größten Teil nicht mehr auf, und PQ und ST sind hier wieder isoelektrisch. Am deutlichsten sind sie also in den Abl. V_1 und V_2 zu sehen, daher weisen diese auch die höchsten Prozentzahlen auf. Wären diese Veränderungen pathologischer Natur, so dürfte die stetige Abnahme ihrer Deutlichkeit nicht bestehen, sondern sie müßten je nach der Lage der krankhaften Veränderung im Herzen in einzelnen Ableitungen besonders deutlich auftreten. Obwohl jedes Ekg ein Ausdruck der gesamten Erregungsausbreitung im Herzen ist, ist es ja gerade der große Vorteil der unipolaren Brustwandableitungen, daß man mit Hilfe der differentiellen herznahen Elektrode, bei immer gleichbleibender Lage der herzfernen Elektrode, verschiedene Stellen der Kammer elektiv zur Ableitung bringen kann.

Zusammenfassend ist zu dem ganzen Komplex der Abweichungen der Strecken PQ und ST von der Isoelektrischen zu sagen, daß ihr Auftreten beim Hund unter allen Umständen sehr vorsichtig zu beurteilen ist. Erst genauere Untersuchungen werden eine annähernde Trennung der Fälle ermöglichen, in denen diese Veränderungen dem Bild des normalen, herzgesunden Hunde-Ekg entsprechen oder echter pathologischer Natur sind, was beim Hunde zweifellos bedeutend schwieriger festzustellen ist als beim Menschen, da ja die subjektive Aussage des Patienten fehlt. Sicher sind auch unter dem vorliegend besprochenen Material einige Fälle mit Erkrankungen des Herzens, die in der klinischen Untersuchung nicht erkennbar waren.

In diesem Zusammenhang ist es besonders interessant, daß auch in der neueren humanmedizinischen Literatur (Heinecker, Schaefer u. a.) eindrucklich vor einer Überbewertung der Veränderungen besonders der ST-Strecke gewarnt wird.

Eine andere Frage betrifft nun die Brauchbarkeit der verschiedenen hier verwendeten Ableitungen. Dazu ist zu sagen, daß sie in allen Ableitungen mit Ausnahme der Abl. $V_{ax\ 1}$, $V_{ax\ 2}$ und $V_{ax\ -2}$ eindeutig als gegeben zu erachten ist. Alle Ableitungen gaben klare, gut auszuwertende Bilder, solange man die in Abschnitt IV angegebenen Maßnahmen beachtete. Ein Vergleich der erzielten Grundformen des Hunde-Ekg mit den der jeweiligen Ableitungsstelle entsprechenden Formen aus der Humanmedizin, ergab eine soweit angenäherte Übereinstimmung, daß die Möglichkeit, analoge Schlüsse zu ziehen, durchaus gegeben ist. Das kann ja besonders zur Beurteilung des pathologisch veränderten Ekg von großer Bedeutung sein. Die oben als Ausnahmen angeführten Ableitungen in der horizontalen Ebene der Brustwand dagegen erscheinen von geringem Wert. Nicht nur, daß die verschiedenen Ausschläge zum großen Teil sehr klein sind und damit eine genaue Beurteilung sehr erschweren, verläuft auch ein hoher Prozentsatz der Vorkammerschwankungen und der Kammerendschwankungen in der Isoelektrischen, d. h. sie fehlen völlig. Obwohl eine ganze Anzahl dieser Ekg eine gewisse Übereinstimmung mit den beim Menschen gewonnenen Oesophagusableitungen aufweist, kann man wohl kaum in diesem Fall Vergleiche anstellen, überdies herrschen gerade in der Frage der Oesophagusableitungen in der Humanmedizin noch große Unklarheiten.

In der täglichen Praxis wird es nun nicht in jedem Falle möglich und nötig sein, sämtliche hier angeführten Ableitungen abzunehmen, doch erscheint es in jedem Fall angebracht, mindestens die bipolaren Extremitätenableitungen I, II und III, die unipolaren Extremitätenableitungen aVR, aVL und aVF und bei den unipolaren Brustwandableitungen die Abl. V_{1-4} anzuwenden. Je nach der Lage des Falles können sie dann durch weitere Ableitungen ergänzt werden, um so zu einer genaueren Klärung der Diagnose zu kommen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit die Bedeutung des Brooymanschen Systems einer klinischen Elektrokardiographie für den Hund vollauf bestätigen. Aus diesem Grunde sind für die zukünftige Arbeit auf diesem Gebiet auch einige Forderungen zu erheben, die Brooymans selber in ähnlicher Form schon aufgestellt hat: Die von der American Heart Association aufgestellten Regeln bezüglich Ableitungsbezeichnungen und der Nomenklatur der Ekg-Abschnitte sollen soweit als möglich in die Veterinärmedizin übernommen werden.

Bei der Bedeutung, die die Theorie vom Einthovschen Dreieck auch heute noch in der modernen Elektrokardiographie hat, sollten an bipolaren Ableitungen nur noch die der Extremitäten verwendet werden (I, II und III).

Zugunsten der Wilsonschen Sammelelektrode sollten alle anderen differentiellen Elektroden aufgegeben werden, besonders, da ihre Schaltung in allen neueren Elektrokardiographen vorgesehen ist und keinerlei Schwierigkeiten mehr macht.

Die „circumferential lead technique“ von Kisch, bei der die Ableitungsstellen in einer Ebene rund um den Brustkorb gelegt werden, erscheint für veterinärmedizinische Zwecke die geeignetste Methode, um so mehr, als durch die anatomischen Unterschiede zwischen Mensch und Haustier die in der Humanmedizin üblichen Ableitungsstellen beim Tier wenig sinnvoll sind.

VII. Zusammenfassung

An Hand eines von Brooymans aufgestellten Systems einer klinischen Elektrokardiographie beim Tier wurden die Elektrokardiogramme von 60 Hunden gewonnen. Zur Anwendung gelangten die bipolaren Extremitätenableitungen I, II und III, die unipolaren Extremitätenableitungen aVR, aVL und aVF, sowie die unipolaren Brustwandableitungen V_{1-4} , V_{2C5-6} , V_{3C5-6} , V_{-2} bis V_{-4} , V_{-2C5-6} , V_{-3C5-6} , V_{ax1} , V_{ax2} und V_{ax-2} .

Die Durchschnittswerte für die Dauer von P, QRS, T, PQ, QT und die Strecke ST wurden aus der Abl. II berechnet und die Grundformen der in jeder Ableitung auftretenden Kurvenbilder dargestellt. Für jede Ableitung wurde die durchschnittliche Größe der Amplitude des Hauptausschlages in der QRS-Gruppe in mV angegeben.

Für die große Anzahl der Fälle, in denen die Strecken PQ und ST von der Isoelektrischen abweichen, wurden Gründe angegeben, die dagegen sprechen, daß es sich beim Hund in diesen Fällen um Ursachen pathologischer Natur handelt.

Durch die vorliegenden Untersuchungen wurde die Bedeutung des Brooy - m a n s chen Systems unterstrichen und die von diesem erhobenen Forderungen nach einer Standardisierung der Elektrokardiographie in der Veterinärmedizin unterstützt.

Zum Abschluß dieser Arbeit habe ich die angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Ullrich sowohl für die Überlassung des Themas, als auch für die immer bereitwillige Unterstützung, die ich in seiner Klinik erfahren habe, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

VIII. Schrifttum

- American Heart Association: Am. Heart J. **15**, 107, 235 (1938).
- Bauke, E. E.: Wertung und Überwertung des Elektrokardiogramms. Wissensch. Verlagsges. Stuttgart (1949).
- Brooymans, A. W. M.: Standardization of Leads in Veterinary Clinical Electrocardiography. Tijdschrift voor Diergeneeskunde **79**, 801 (1954).
- Dettweiler, D. K.: Electrocardiographic and clinical features of spontaneous auricular fibrillation and flutter (tachycardia) in dogs. Zentralbl. f. Vet. Med. **509** (1957).
- Einthoven, W.: Pflüg. Arch. ges. Phys. **122**, 517 (1908).
Ders.: Pflüg. Arch. ges. Phys. **149**, 65 (1913).
Ders.: Pflüg. Arch. ges. Phys. **150**, 275 (1913).
- Goldberger, E.: Unipolar lead electrocardiography. Philadelphia, Lea and Febiger (1947).
- Grollman, A.; Maclean, J. A.; Muirhead, E. E.; Scurry, H. H.: Am. J. Physiol. **169**, 74 (1952).
- Haupt, K.: Die Aufnahmetechnik des Hundelektrokardiogramms in der Veterinärklinik und ihre Ergebnisse. Diss. Gießen (1929).
- Heinecker, R.: Ekg-Fibel. Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart (1956).
- Kahn, R.: Pflüg. Arch. ges. Phys. **154**, 1 (1913).
- Kisch, B.: Exp. Med. Surg. **6**, 1 (1948).
Ders.: Exp. Med. Surg. **7**, 1 (1949).
- Korth, C.: Klinische Elektrokardiographie. 5. Auflage, Vlg. Urban und Schwarzenberg, München (1952).
- Kraus, F. und Nicolai, G.: Das Ekg des gesunden und kranken Menschen. Berlin 1910.
- Lannek, N.: A clinical and experimental study on the electrocardiogram in dogs. Diss. Stockholm (1949).
- Lautenschläger, O.: Grundlagen der Aufnahmetechnik des Ekg von Pferd und Rind und ihre Ergebnisse. Diss. Gießen (1928).
- Lepeschkin, E.: Das Elektrokardiogramm. 2. Auflage, Vlg. Steinkopf, Dresden und Leipzig (1947).

- Marek, J. und Mócsy, J.: Lehrbuch der klinischen Diagnostik der inneren Krankheiten der Haustiere.
5. Auflage, Vlg. Fischer, Jena (1956).
- Nörr, J.: Über Herzstromkurvenaufnahmen an Haustieren.
Arch. wissensch. und prakt. Tierheilk. **48**, 85 (1922).
- Schaefer, H.: Das Elektrokardiogramm. Theorie und Klinik.
Vlg. Springer, Berlin (1951).
- Scheunert, A., und Trautmann, A.: Lehrbuch der Veterinärphysiologie.
3. Auflage, Vlg. Parey, Berlin (1951).
- Spörri, H.: Über die Genese und klinische Bedeutung des partiellen Herzblockes beim Pferd.
Schweizer Arch. Tierheilk. **94**, 337 (1952).
- Waller: Arch. Mal. Coeur **7**, 249 (1914).
- Waller: J. of Physiol. **46**, XLII, LVII (1914 a).
- Wilson, F. N.: Zitiert nach Heinecker, Korth und Lepeschkin.
- van Zijl, W. J.: Tijdschr. Diergeneesk. **76**, 85, 226 (1951).
- Ders.: Tijdschr. Diergeneesk. **77**, 417 (1952).

Lebenslauf

Am 27. Mai 1929 als Sohn des Verlagsbuchhändlers Dr. Paul Weppeler in München geboren, besuchte ich dort die Volksschule und die unteren Klassen der Oberrealschule. Infolge Kriegseinwirkungen und Ortswechsels meines Vaters aus beruflichen Gründen war ich dann gezwungen, die Schule mehrmals zu wechseln, bis ich im Sommer 1949 das Abitur an der Oberrealschule „Ernestinum“ in Coburg bestand.

Anschließend unterzog ich mich einer ordnungsgemäßen landwirtschaftlichen Lehre, die ich im Frühjahr 1952 mit der Landwirtschaftsgehilfen-Prüfung abschloß.

- Im Sommersemester 1952 belegte ich erstmals an der tierärztlichen Fakultät in München und bestand dann auch dort am 13. Juli 1957 die tierärztliche Prüfung.

Die vorliegende Dissertation erstellte ich an der Münchener Medizinischen Tierklinik, an der ich auch einen Teil meiner Praktikantenzeit ableistete.

